

MONTAGEM DE BANCADA EXPERIMENTAL PARA VALIDAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL DE COLETORES SOLARES

Rodrigo L. Ribera, Gleyzer Martins, Sigeo Kitatani Jr, Diego M. Fernandes

UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Engenharia Mecânica

Av. João Naves de Ávila, 2160, Bairro Santa Mônica, CEP 38400-902, Uberlândia, MG

E-mail para correspondência: rodrigo@mec.ufu.br

Introdução

De acordo com o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), o setor residencial é o segundo maior consumidor de eletricidade do país, utilizando 26% da produção nacional, atrás somente do setor industrial, com 44% do consumo (ver Fig. 01). Conforme dados do Ministério de Minas e Energia, no balanço energético nacional de 2003 (BEN2003), o consumo elétrico brasileiro no setor residencial no ano de 2002 foi de 72.709,3 GWh. Ainda de acordo com o PROCEL, o aquecimento de água corresponde a 26% do total de consumo residencial, ou seja, quase 15.000GWh por ano.

A usina hidrelétrica de Itaipu, maior usina em operação no mundo, produziu 82.914 GWh no ano de 2002, valor este que correspondeu a aproximadamente 29% das necessidades de energia elétrica do Brasil e 95% do consumo no Paraguai. Assim, o consumo de eletricidade no Brasil devido ao aquecimento de água residencial corresponde a 18% da produção anual de Itaipu.

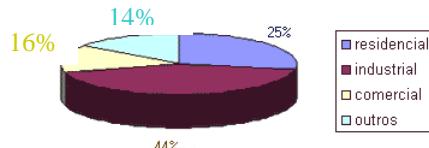


Figura 01: Consumo de energia por setor em 2002

É importante lembrar que todas as formas de geração de energia elétrica provocam interferências no meio ambiente, seja de grande ou pequeno impacto. As usinas hidrelétricas, responsáveis por 95% da produção energética nacional, provocam vários impactos ambientais, como a inundação de áreas (destruindo a flora e a fauna), interferência no curso natural dos rios e nos seus ciclos (devido ao represamento e controle das águas) e deslocamento de populações.

Quando economizamos energia elétrica, estamos possibilitando que a energia não gasta seja fornecida a um outro consumidor, para prestação de um outro serviço, eliminando a necessidade de expansão do sistema. À usina que deveria ser construída para fornecer a mesma quantidade de energia que foi economizada e que, graças à economia, pode ser adiada, reduzindo os gastos e o impacto ambiental, dá-se o nome de Usina Virtual. Assim, pode-se perceber que a economia obtida em 10 anos, caso o consumo elétrico residencial devido ao aquecimento de água caísse pela metade, equivaleria a uma usina virtual de Itaipu.

Portanto, a busca de formas alternativas para o aquecimento de água residencial é, a médio e longo prazo, uma forma bastante eficaz na redução da necessidade de expansão do sistema elétrico brasileiro.

Neste contexto, a utilização de energia solar a muitos anos vem se mostrando eficaz, com o desenvolvimento de coletores mais eficientes e baratos possibilitando uma maior difusão de seu uso.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é a montagem de uma bancada experimental, que será utilizada para validação de um modelo computacional para coletores solares. Este modelo é baseado no equacionamento apresentado por Duffie (1980) Posteriormente, com o modelo validado, poderão ser realizados estudos relativos ao aumento do desempenho destes sistemas.

Metodologia

Inicialmente verificaram-se quais eram os componentes básicos de um sistema de aquecimento solar. Em seguida, estudou-se uma forma de obter uma bancada mais simples de ser utilizada e com custos menores, que pudesse validar o modelo computacional. Assim, propôs-se a construção de uma “caixa”, em

aço inox 304 (de 2mm de espessura) com entrada para água num lado e saída no lado oposto (esta caixa possui as seguintes dimensões: 450 mm de largura, 500mm de altura e 30 mm de espessura). Para realizar o aquecimento, utilizou-se uma “manta térmica”, um dispositivo composto por resistência elétrica e material condutor, que é ligado ao potenciômetro (através do qual pode-se regular a voltagem e, consequentemente, a potência dissipada). Esta manta e a “caixa” foram postos em contato e isolados. Utilizou-se um reservatório de água com 20 litros de capacidade, e sete termopares tipo T, que medem: temperatura ambiente, da manta, de entrada e saída do trocador, e três temperaturas no reservatório (para medir a estratificação). Com esta configuração foram realizadas várias medições, variando-se a potência dissipada pela manta. Após estas medições optou-se por adicionar ao sistema uma bomba centrífuga, com o fluxo de massa passando então a ser determinado por ela, e não mais sendo uma incógnita nas equações.

Para determinar a vazão mássica da bomba, foram adicionadas ao reservatório uma entrada de água externa e uma saída. Através de um dispositivo de marcação de nível, regulou-se a vazão de entrada à vazão de saída. Após o marcador de nível se estabilizar na região de reservatório cheio, mediu-se a massa de água que saía num intervalo de trinta (30) segundos.

Resultados

A Fig. 1-a apresenta as temperaturas em função do tempo para um calor dissipado na manta de 38W, em regime de convecção natural. A Fig. 1-b apresenta um croqui da bancada montada. O sistema by-pass presente na bomba centrífuga permite que as medições possam ser realizadas tanto em regime de convecção natural (caso da Fig. 1-a) quanto em convecção forçada (que serão as medições realizadas na próxima etapa do trabalho).

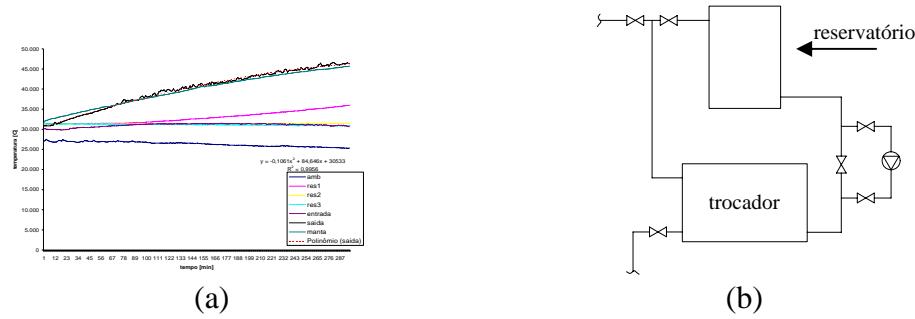


Figura 1 Temperaturas medidas para convecção natural (a) e (b) Croqui da bancada montada.

Conclusões

Os resultados obtidos com regime de convecção natural nos mostram que a bancada consegue simular de forma adequada o funcionamento de um sistema de coletor solar, indicando inclusive estratificação no tanque, que é uma medição desejável, pois aproxima o experimento da situação real existente em coletores solares convencionais. Com o uso do potenciômetro, é possível regular a potência que o trocador recebe, o que permite simular os efeitos de variações nas condições ambientes (tais como menor grau de insolação) no aquecimento de água. Com a adição da bomba centrífuga ao sistema, obtém-se, além do regime de convecção natural, convecção forçada. Assim, pode-se perceber que conseguimos maior controle das condições impostas do que num sistema de aquecimento solar convencional, tais como vazão de água e calor absorvido, o que certamente facilita as medições para validação do modelo computacional.

Referências bibliográficas

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>
- Zerrouki, A., Boumédien, A., Bouhadef, K., “The natural circulation solar water heater model with linear temperature distribution”, Renewable Energy, Vol. 26, No. 4, pp. 549-559, 2002
- Duffie, J. A., “Solar engineering of thermal processes”, Editora John Wiley, Nova York, 762 p. 1980
- Incropera, F.P, DeWitt, D.P., “Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa”, Editora LTC, Rio de Janeiro, 494p., 1998.
- Itaipu Binacional., Disponível em: <http://www.itaipu.gov.br/> (26/01/2004)
- Ministério de Minas e Energia – Balanço energético nacional 2003 (BEN 2003),Disponível em: <http://www.mme.gov.br/BEN/> (26/01/2004)
- PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, Disponível em: <http://www.eletrobras.com/procel1/1.htm> (26/01/2004)
- Wylen, G.J.V., Sonntag, R.E., Borgnakke, C. “Fundamentos da Termodinâmica”. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 537 p. 1998.